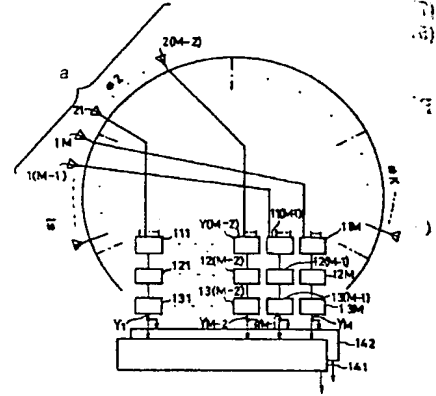


**(54) ARRAY ANTENNA SYSTEM**

(11) 5-218722 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-51487 (22) 15.3.1991  
 (71) TOSHIBA CORP (72) TSUTOMU WATABE(1)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01Q3/26, H01Q25/04

**PURPOSE:** To obtain a digital beam output while number of channels of the array antenna system is reduced.

**CONSTITUTION:** An output of an antenna element corresponding to an active region among antenna elements 11-KM is selected by switch circuits 111-11M, the output is frequency-converted by frequency converters 121-12M as a channel, the output is converted into a digital signal by A/D converters 131-13M and beam outputs 1, 2 are obtained by digital beam shaping circuits 141, 142.



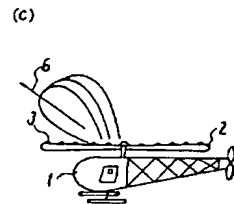
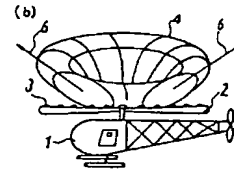
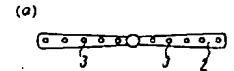
a: active region

**(54) ANTENNA SYSTEM FOR HELICOPTER**

(11) 5-218723 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-198468 (22) 24.7.1992 (33) JP (31) 91p.210169 (32) 25.7.1991  
 (71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) TOSHIYUKI OKOCHI  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01Q3/34, H01Q1/28

**PURPOSE:** To attain the mobile body communication even for a helicopter by fitting the antenna system to a rotary wing of the helicopter.

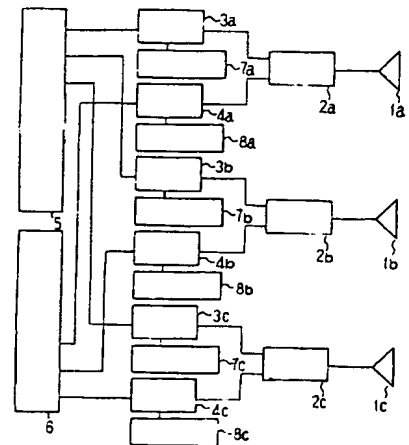
**CONSTITUTION:** The antenna system provided to the rotary wing is formed by arranging element antennas 3 forming an array antenna onto the rotary wing 2. The element antennas 3 are realized by a patch antenna by a printed circuit board or a strip line or the like. The element antennas 3 are arranged in the lengthwise direction of the rotary wing 2 and a phase difference is given to the element antennas 3 by a beam control system and a transmitter to reduce a width of a beam synthesized in the element antenna arrangement direction and the beam is directed to any of the directions. Then the communication is implemented by directing the beam to a communication satellite and fixing the direction of the beam.

**(54) PHASED ARRAY ANTENNA SYSTEM**

(11) 5-218724 (A) (43) 27.8.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-20157 (22) 5.2.1992  
 (71) MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) SHINICHI MORITA  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> H01Q3/36

**PURPOSE:** To obtain the phased array antenna system in which an antenna area is halved in comparison with an area of a conventional system to build up the phased array antenna system able to receive both a horizontal polarized electromagnetic wave and a vertical polarized electromagnetic wave to effectively utilize the frequency.

**CONSTITUTION:** The system is provided with horizontal/vertical polarized wave common use antenna elements 1a-1c capable of receiving both a horizontal polarized electromagnetic wave and a vertical polarized electromagnetic wave and with horizontal/vertical polarized wave separators 2a-2c connecting to the antenna elements 1a-1c. Then the radio wave is separated into a horizontally polarized electromagnetic wave and a vertically polarized electromagnetic wave by the horizontal/vertical-polarized wave separators 2a-2c and the waves are respectively outputted to horizontally polarized wave phase shifters 3a-3c and vertically polarized wave phase shifters 4a-4c.



5: horizontal polarized wave feeding circuit, 6: vertical polarized wave feeding circuit, 7a-7c: horizontal polarized wave phase shift controller, 8a-8c: vertical polarized wave phase shift controller

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-218722

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 Q 3/26  
25/04

識別記号

Z 7015-5 J  
7015-5 J

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-51487

(22)出願日 平成3年(1991)3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 渡部 勉

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝小向工場内

(72)発明者 竹谷 晋一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝小向工場内

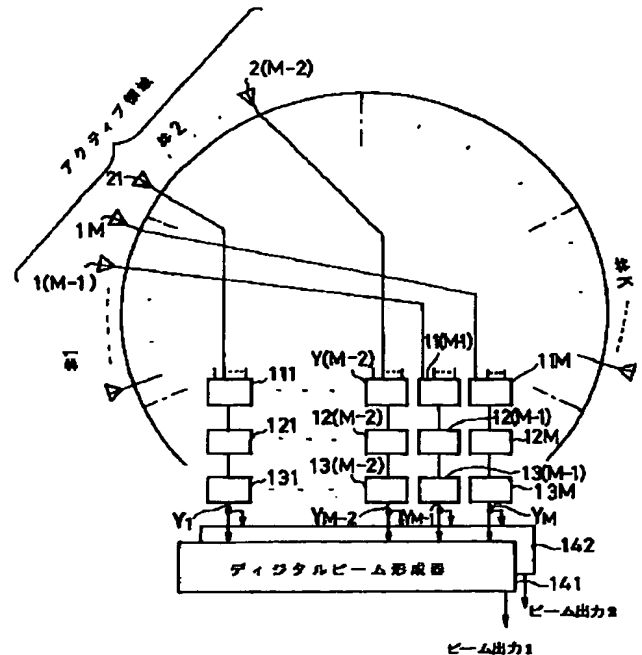
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 アレイアンテナ装置

(57)【要約】

【目的】この発明は、アレイアンテナ装置のチャンネル数を減らしてデジタルビーム出力を得ることを特徴とする。

【構成】アンテナ素子11~KMのうち、アクティブ領域に相当するアンテナ素子出力をスイッチ回路111~11Mで選択し、これらの出力をチャンネルとして周波数変換器121~12Mで周波数変換し、A/D変換器131~13Mでデジタル信号に変換した後、デジタルビーム形成回路141、142でビーム出力1、2を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のアンテナ素子を有するアンテナ素子群と、

前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも2つのアンテナ素子出力がそれぞれ供給され、アクティブ領域を設定するために所定のアンテナ素子出力をそれぞれ選択する複数の選択手段と、

前記複数の選択手段の出力を直接または周波数変換したのちデジタル信号に変換する複数の信号変換手段と、前記複数の信号変換手段の信号出力の順序を前記アクティブ領域に対応した順序に並び替えたのち、各信号の振幅及び位相を制御してビーム形成するデジタルビーム形成手段とを具備したことを特徴とするアレイアンテナ装置。

【請求項2】 複数のアンテナ素子を有するアンテナ素子群と、

前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも2つのアンテナ素子出力がそれぞれ供給され、アクティブ領域を設定するために所定のアンテナ素子出力をそれぞれ選択する複数の選択手段と、

前記複数の選択手段の出力を直接または周波数変換したのちデジタル信号に変換する複数の信号変換手段と、前記複数の信号変換手段からの各出力信号に乗算する複数の複素ウェイト信号の順序を前記アクティブ領域に対応した順序に並び替えたのち、前記各出力信号に乗算しビーム形成するデジタルビーム形成手段とを具備したことを特徴とするアレイアンテナ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はアレイアンテナ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、アレイアンテナ装置のアクティブ領域を任意の位置に切り換える方式としては、例えば円周上に配列された各アンテナ素子出力をチャンネルとして、それぞれ周波数変換しデジタル信号に変換した後、任意のチャンネルを選択しアクティブ領域を形成してデジタルビームフォーミング（以下DBFと記す）を行う方式がある。DBF方式の場合、アンテナ素子数に対応した周波数変換器及びアナログ／デジタル変換器が必要であり、回路規模が大きくなる。これに対してアナログ回路のみの構成で行う方式がある。

【0003】 図5にアナログ方式のアレイアンテナ装置を示す。図5において、11～KMはM個のアンテナ素子を配列したアンテナ素子列を、例えば円周上にK個配列したアンテナ素子群である。複数のアンテナ素子列の各アンテナ素子11～KMの出力はスイッチ回路111～11Mに振り分けられる。つまり、各領域のうち1番目のアンテナ素子K1の出力はスイッチ回路111に入力され、2番目のアンテナ素子K2の出力はスイッチ回

路112に入力され、以後同様にM番目のアンテナ素子KMの出力はスイッチ回路11Mに入力される。

【0004】 スイッチ回路111～11Mは、割り振られたアンテナ素子出力を切り換えて任意の方向にアクティブ領域を形成する。スイッチ回路111～11Mの各出力は、トランスファスイッチで構成されるトランスファスイッチマトリクス101によってアクティブ領域が正しく形成されるように順序が並びかえられた後、移相器102及びアナログ合成器103でビームが形成される。

【0005】 このアナログ方式の場合、トランスファスイッチマトリクスを必要とするため回路構成が複雑になると共に、アンテナ素子出力のレベルが低下しビーム出力の品質劣化を招く。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 以上述べた様にアレイアンテナ装置のアクティブ領域を任意の位置に切り換える場合、全てのアンテナ素子をチャンネルとしてDBFを行うとチャンネル数分の周波数変換器及びアナログ／デジタル変換器が必要となり、装置全体の回路規模が大きくなりコストもかかる。

【0007】 そこでこの発明は上記問題点を解決するためになされたもので、全てのアンテナ素子出力をチャンネルとしDBFを行う場合に生じる回路規模の肥大化及びコストの上昇を抑え、またアナログ回路のみの構成によりビーム形成を行う場合に生じる回路構成の複雑化及びビーム出力の品質劣化を防ぐアレイアンテナ装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 この発明は、複数のアンテナ素子を有するアンテナ素子群と、前記複数のアンテナ素子のうち少なくとも2つのアンテナ素子出力がそれぞれ供給され、アクティブ領域を設定するために所定のアンテナ素子出力をそれぞれ選択する複数の選択手段と、前記複数の選択手段の出力を直接または周波数変換したのちデジタル信号に変換する複数の信号変換手段と、前記複数の信号変換手段の信号出力の順序を前記アクティブ領域に対応した順序に並び替えたのち、各信号の振幅及び位相を制御してビーム形成するデジタルビーム形成手段とを具備したものである。

## 【0009】

【作用】 上記手段によれば、全てのアンテナ素子出力をチャンネルとしてDBFを行うのではなく、選択手段を用いて任意方向にアクティブ領域を形成し、このアクティブ領域にあるアンテナ素子出力のみをチャンネルとしてDBFを行うため、DBFのチャンネル数は選択手段の数と同じになりアンテナ素子数に比べ相当数減らすことができる。また、アンテナ素子出力に対応したデジタル信号または複素ウェイト信号の並び替えを行ってDBFによるビームを形成するため、トランスファスイ

チマトリクスが不要となり所望のビーム出力が得られる。

#### 【0010】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。図1はこの発明に係わるアレイアンテナ装置を示している。但し、図5と同一部には同一符号を付し、以下異なる部分について説明する。

【0011】複数のアンテナ素子列の各アンテナ素子11～KMの出力はスイッチ回路111～11Mに振り分けられる。よって、これらのスイッチ回路111～11Mを操作することにより任意の方向にアクティブ領域が形成される。スイッチ回路111～11Mの各出力は、直接またはそれぞれ周波数変換器121～12Mで周波数変換されたのち、アナログ／デジタル（以下A/Dと記す）変換器131～13Mでデジタル信号に変換され、デジタルビーム形成器141、142でDBFによるビーム出力が得られる。勿論、n個のデジタルビーム形成器を設ければ、同時にn個のビーム出力が得られる。以下、図2を参照してデジタルビーム形成器141、142について説明する。

【0012】図2(a)はその構成を示すもので、A/D変換器131～13Mの各デジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ は、デジタルスイッチマトリクスd1に入力される。その出力 $X_1 \sim X_M$ は、順次遅延時間の異なる遅延素子d11～d1M、乗算器d21～d2M及び加算器d32～d3Mによって以下の演算が施され、これによってビーム出力 $X_{OUT}$ が得られる。

$$X_{OUT} = \sum (W_i \cdot X_i \exp(j\Phi)) \quad (i=1 \sim M)$$

$W_i$ ：振幅、位相ウェイト（複素ウェイト）

【0013】図2(b)はデジタルスイッチマトリクスd1の動作を説明する為の図である。例えば、装置のアクティブ領域を図1に示す様にアンテナ素子1(M-1)～2(M-2)の範囲に設定する。この設定はスイッチ回路111～11Mを操作して行われる。各スイッチ回路111～11Mの出力は、チャンネルとしてそれぞれ周波数変換器121～12M、A/D変換器131～13Mを介しデジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ となる。

【0014】ここで、アクティブ領域を形成する各アンテナ素子1(M-1)、1M、21、…2(M-2)の出力は、それぞれデジタル出力 $Y_{M-1}$ 、 $Y_M$ 、 $Y_1$ 、… $Y_{M-2}$ に対応している。このため、A/D変換器131～13Mのデジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ の順序を $Y_{M-1}$ 、 $Y_M$ 、 $Y_1$ 、… $Y_{M-2}$ に補正しなければ正しくDBFを行うことができない。そこで、デジタルスイッチマトリクスd1は、外部から設定されるアクティブ領域情報を用いて、デジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ の順序補正を行う。

【0015】尚、図2(a)では、順序補正されたデジタル出力 $Y_{M-1}$ 、 $Y_M$ 、 $Y_1$ 、… $Y_{M-2}$ をそれぞれX

$1 \sim X_M$ として表している。複素ウェイト $W_i$ の値は、ビーム走査方向及び所望の励振ウェイトの情報が設定された読み出しメモリ（以下ROMと記す）d4から読み出されるもので固定値である。図3はデジタルビーム形成器141、142の他の実施例を説明するための図である。

【0016】図3(a)はその構成を示すもので、図2(a)の構成と異なる点は、デジタルスイッチマトリクスd1を設けていない点にあり、同一部には同一符号を付してその説明を省略する。A/D変換器131～13Mのデジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ は、遅延素子d11～d1Mを介して乗算器d21～d2Mに入力される。

【0017】図3(b)は図3(a)に示す構成の動作を説明する為の図である。ここではデジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ の順序補正を等化的に行うために、デジタル出力 $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ 、… $Y_{M-2}$ 、 $Y_{M-1}$ 、 $Y_M$ のその順序に応じた複素ウェイト $W_3$ 、 $W_4$ 、 $W_5$ 、… $W_M$ 、 $W_1$ 、 $W_2$ を乗じている。複素ウェイト $W_i$ の値は、ビーム走査方向及び所望の励振ウェイトの情報と共に、複素ウェイト $W_i$ の順序を補正するためのアクティブ領域情報が設定されたROMd4から読み出される。

【0018】すなわち、上記図2に示した方法は、A/D変換器131～13Mのデジタル出力 $Y_1 \sim Y_M$ の順序を、アクティブ領域を形成する各アンテナ素子1(M-1)、1M、21、…2(M-2)の順序に対応させるために、デジタルスイッチマトリクスd1で順序補正を行うハードウェア構成であり、上記図3に示した方法は複素ウェイト $W_i$ の順序補正を行うソフトウェア構成である。

【0019】どちらの構成においても、アクティブ領域のボアサイト方向にビームのピークを形成するだけでなく、各チャンネルの複素ウェイト $W_i$ の位相を制御してビーム走査を行うことができる。

【0020】尚、上記実施例は1次元のアレイアンテナ装置を例に説明したが、面アレイアンテナ装置及び任意形状のアレイアンテナ装置についても適用できることは勿論である。

【0021】また、図4に示す様に、各アンテナ素子11～KMに対して設けられたN個のアンテナ素子11'～KM'の出力をアナログ合成回路211～2KMでアナログ合成してサブアレイとした後、図1と同様にしてビーム形成する場合にも適用できる。図4において、図1と同一部には同一符号を付しその説明を省略する。この構成において、アナログ合成回路211～2KM以降の動作については図1と全く同じである。

#### 【0022】

【発明の効果】以上述べたようにこの発明に係わるアレイアンテナ装置によれば、全アンテナ素子をチャンネルとしてDBFを行う場合に生じる回路規模の肥大化及びコストの上昇を押さえることができ、またアナログ回路

10

20

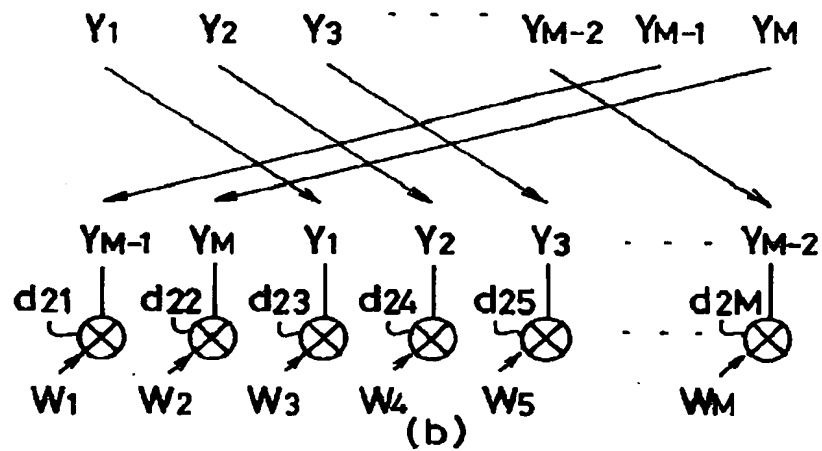
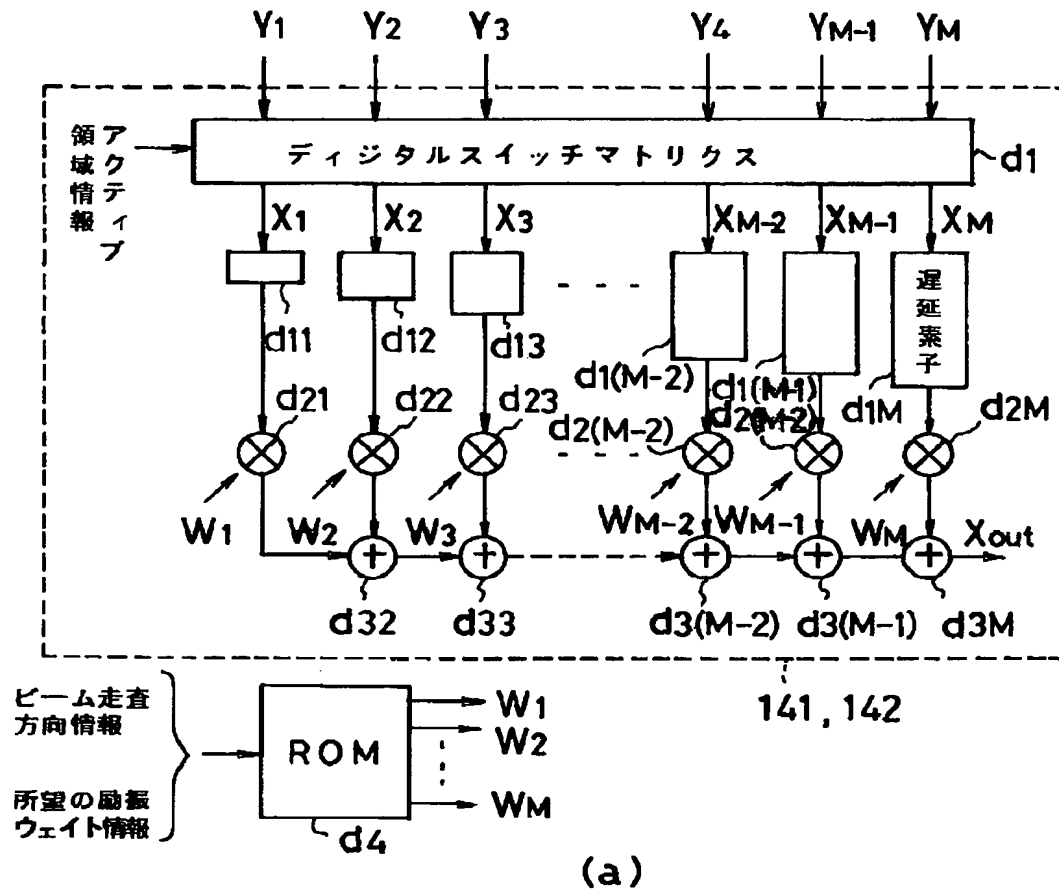
30

40

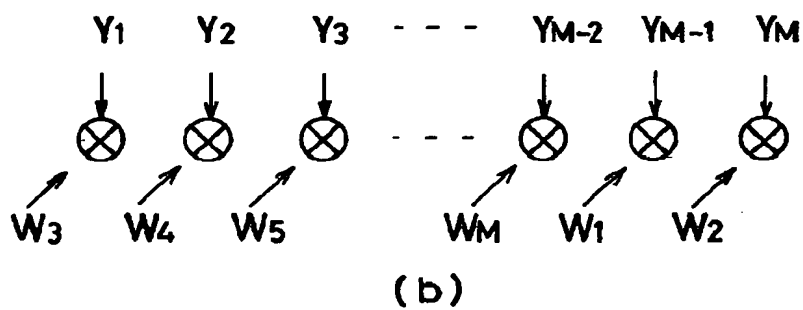
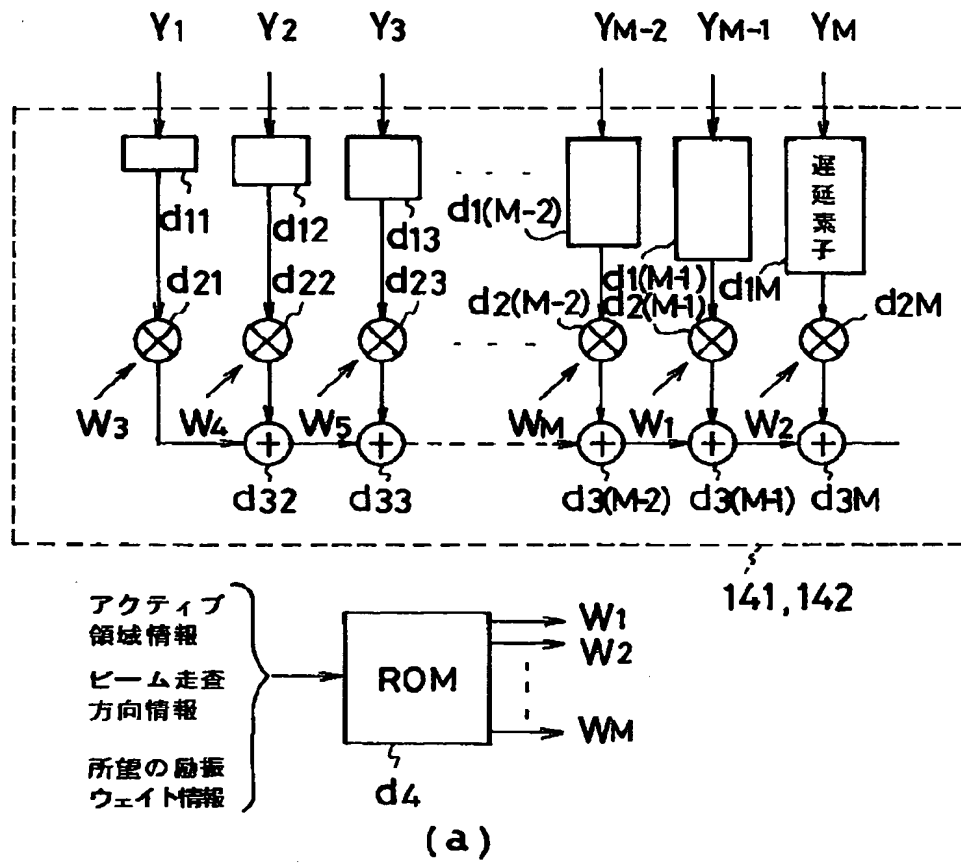
50



【図2】



【図3】



【図5】

